

УДК 614.849

DOI 10.23947/2541-9129-2018-3-4-87-93

**К ВОПРОСУ ОБ АНАЛИЗЕ ПАРАМЕТРОВ
ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ ДЛЯ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ В ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЕ
Г. РОСТОВА-НА-ДОНУ***М. С. Корецкая, Е. С. Андреева*

Донской государственный технический
университет, г. Ростов-на-Дону, Российская
Федерация

koreckayamasha@mail.ruesameteo@mail.ru

Рассмотрена актуальная на сегодняшний день проблема тушения ландшафтных пожаров и обеспечения пожарной безопасности в пригородной зоне города Ростова-на-Дону. Проведен анализ параметров пожара, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду и здоровье людей, проживающих в близлежащих городах. Приведен расчет площади пожара, которая может быть достигнута в нормальных погодных условиях к моменту прибытия первых пожарных подразделений.

Ключевые слова: ландшафтные пожары, пригородная зона, пожарная безопасность, расчет площади пожаров, дымовое загрязнение, параметры ландшафтных пожаров, токсичные выбросы от пожаров.

Введение. Пожар можно представить в виде сложного физико-химического процесса, отличающегося явлениями массо- и теплообмена, который развивается во времени и пространстве и характеризуется такими параметрами, как скорость выгорания, температура, а также рядом условий случайного характера. Пожары, как известно, классифицируют по масштабу, экономическому ущербу, длительности и прочим признакам. Существует множество различных классификаций пожаров. По одной из них пожары делятся на распространяющиеся и не распространяющиеся. К распространяющимся чаще всего относятся лесные, торфяные и ландшафтные по-

UDC 614.849

DOI 10.23947/2541-9129-2018-3-4-87-93

**TO THE QUESTION OF THE ANALYSIS
OF LANDSCAPE FIRES PARAMETERS
FOR ENSURING FIRE SAFETY IN THE
SUBURBAN AREA OF ROSTOV-ON-DON***M. S. Koretskaya, E. S. Andreeva*

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation

koreckayamasha@mail.ruesameteo@mail.ru

The article considers the topical problem of extinguishing landscape fires and ensuring fire safety in the suburban area of the city of Rostov-on-Don. The analysis of fire parameters is conducted. They have the greatest negative impact on the environment and health of people living in nearby cities. The paper provides the calculation of a possible fire area, which can be in normal weather conditions by the time of the arrival of the first fire-fighting units.

Keywords: landscape fires, suburban area, fire safety, fire area calculation, smoke pollution, landscape fires parameters, toxic emissions from fires.

Introduction. A fire can be represented as a complex physical and chemical process, characterized by mass and heat transfer phenomena, which develops in time and space and is characterized by parameters such as burnout rate, temperature, and a number of conditions of a random nature. Fires are known to be classified by scale, economic damage, duration and other characteristics. There are many different classifications of fires. According to one of them, fires are divided into spreading and not spreading ones. Forest, peat and landscape fires, which are

жары, которые и являются объектом настоящего исследования.

Основная часть. Ландшафтные пожары часто относят к менее опасным событиям по сравнению с пожарами в жилых зданиях и торговых центрах, что не всегда соответствует действительности, поскольку ущерб от пожаров, охватывающих пригородные ландшафтные зоны, наносимый урбанизированным экосистемам, здоровью людей и нижнему слою атмосферы Земли, является весьма ощутимым.

Так, основной ущерб при пожарах связан не только с непосредственным действием термического фактора, но и с такими факторами, как:

1. пламя и искры;
2. тепловой поток;
3. повышенная температура;
4. повышенная концентрация токсичных продуктов горения;
5. пониженная концентрация кислорода;
6. снижение видимости.

Так, дым является одним из опаснейших факторов при пожаре. Дым представляет собой токсичную совокупность химических веществ, образующихся в результате горения, включает молекулы углеводородов, оксиды химических элементов, водяной пар. По своему составу дым представляет собой достаточно разнородную совокупность химических веществ различного агрегатного состояния. В этой связи токсичность компонентов дыма очевидна. В частности, неразложившиеся органические примеси разнородных химических веществ, присутствующих в дымах, раздражают слизистые оболочки, приводят к понижению содержания кислорода в органах и тканях, вызывая гипоксию и опасное для жизни удушье. В результате этого возможна не только дезориентация в пространстве, но и отравление с последующими токсическими поражениями органов и тканей.

Состояние нижних слоев атмосферы оказывает существенное влияние на высоту подъема дымовой струи, что во многом определяет условия разложения и диффузии продуктов горения от пожаров.

Аккумуляция сажевых частиц и иных продук-

the object of this study, are the most common.

Main part. Landscape fires are often considered less dangerous than fires in residential buildings and shopping centers, which is not always the case, as the damage caused by fires covering suburban landscape areas to urban ecosystems, human health and the lower atmosphere of the Earth is very significant.

Thus, the main damage of fires is associated not only with the direct action of the thermal factor, but also with the factors such as:

1. flames and sparks;
2. heat flow;
3. elevated temperature;
4. increased concentration of toxic combustion products;
5. reduced oxygen concentration;
6. reduced visibility.

Thus, smoke is one of the most dangerous factors in a fire. Smoke is a toxic set of chemicals formed as a result of a fire, including hydrocarbon molecules, oxides of chemical elements, water vapor. By its composition, smoke is a rather heterogeneous set of chemicals of different aggregate states. In this regard, the toxicity of smoke components is obvious. In particular, non-decomposed organic impurities of heterogeneous chemicals present in the smoke irritate mucous membranes, lead to a decrease in the oxygen content in organs and tissues, causing hypoxia and life-threatening suffocation. As a result, not only disorientation in space, but also poisoning with subsequent toxic damage to organs and tissues are possible.

The state of the lower layers of the atmosphere has a significant impact on the height of a rise of a smoke jet, which largely determines the conditions of decomposition and diffusion of combustion products from fires.

тов горения в нижних слоях тропосферы приводит существенному снижению качества приземного воздуха, что уже достаточно давно исследуется отечественными и зарубежными специалистами в области физики атмосферы.

Определение высоты дыма от ландшафтных пожаров имеет фундаментальное значение для расчета параметров переноса дымовой струи и прогноза возможных ущербов от пожаров.

Вопрос обеспечения пожарной безопасности и защиты левого берега реки Дон от пожаров в период повышенной пожароопасности является актуальным на протяжении длительного периода времени. Ежегодно в летний период пригородная зона г. Ростова-на-Дону подвергается действию пожаров. Вычисление параметров ландшафтных пожаров и, в частности, дымовой струи (высоты её подъема и распространения) позволит оценить реальный наносимый ущерб окружающей среде исследуемой территории, в том числе: вред здоровью людей, проживающих в пожароопасной местности и в близлежащих городах; возможные материальные потери при распространении пожара на более продолжительные расстояния; материальные и физические затраты на тушение регулярных пожаров на территории пригородной зоны указанного города.

Территория, выбранная для исследования, расположена на левом берегу реки Дон, в непосредственной близости к крупным городам Батайск и Ростов-на-Дону, а также многочисленным поселкам и хуторам, посевным полям, пляжам и зонам отдыха. Также в этом районе проложены важные транспортные развязки Западного и Восточного шоссе, трасса А-135, дорога, связывающая город Батайск с трассой М-4 «Дон», железная дорога.

При исследовании опасности ландшафтных пожаров наиболее актуальным будет расчет таких параметров, как площадь пожара, концентрация дыма, интенсивность тепловыделения и линейная скорость распространения горения.

Основные параметры пожара, исследуемые авторами:

- *пожарная нагрузка*, которая представляет собой массу всех горючих, трудногорючих ве-

The accumulation of soot particles and other combustion products in the lower layers of the troposphere leads to a significant decrease in the quality of surface air, which has long been studied by domestic and foreign experts in the field of atmospheric physics.

Determination of smoke height from landscape fires is fundamental to the calculation of transfer parameters of a smoke jet and the forecast of possible damage from fires.

The issue of fire safety and protection of the left bank of the river Don from fires in the period of an increased fire risk is relevant for a long period. Every year in summer, the suburban area of Rostov-on-Don is exposed to fires. The calculation of the parameters of landscape fires and, in particular, the smoke jet (the height of its rise and spread) will allow us to estimate the real damage to the environment of the study area, including: harm to the health of people living in fire-prone areas and in nearby cities; possible material losses in the spread of fire over longer distances; material and physical costs of extinguishing regular fires in the suburban area of the city.

The area chosen for the study is located on the left bank of the Don, in close proximity to the major cities of Bataysk and Rostov-on-Don, as well as numerous villages and hamlets, sowing fields, beaches and recreation areas. Also in this area, there are important transport interchanges of the Western and Eastern highways, Route A-135, the road connecting the city of Bataysk with the route M-4 "Don", the railway.

In the study of landscape fires danger, the most relevant parameters will be the calculation of such parameters as fire area, smoke concentration, intensity of heat release and fire linear velocity.

ществ и материалов или количество теплоты, приходящейся на 1 м^2 площади;

- *массовая скорость выгорания V_m* , которая представляет собой потерю массы веществ и материалов в единицу времени с единицы площади горения;

- *линейная скорость распространения горения*, под которой понимают расстояние, пройденное фронтом пламени в единицу времени по поверхности вещества или материала;

- *температура пламени*, которая различна при горении различных веществ;

- под *температурой пожара на открытой площадке* при этом понимают *температуру пламени*;

- *интенсивность тепловыделения*, или количество теплоты, выделяющееся на пожаре в единицу времени. Интенсивность тепловыделения при этом зависит от газообмена, рода горючего вещества и других факторов;

- *дымообразование на пожаре*, которое представляет собой количество дыма, выделяемого со всей площади пожара;

- *концентрация дыма*, которая является количеством твердых взвешенных частиц в единице объема;

- *интенсивность газообмена*, которая представляет собой расход приточного воздуха, поступающего в зону горения за единицу времени на единице площади пожара.

Наиболее актуальным параметром, определяющим количество сил и средств, необходимых для тушения пожара, является *площадь пожара S_n (м^2)*. Ростовская область располагается на равнинной местности, а исследуемый объект расположен в непосредственной близости к реке Дон. Исходя из этих факторов, можно принять среднегодовую скорость ветра, равную примерно 8–9 м/с. Согласно справочному материалу, *линейная скорость распространения горения сухой растительности* при средней скорости ветра, равной 8–9 м/с, достигает $V_{\text{л}}=42 \text{ м/с}$.

Для определения параметров пожара предположим, что пожарные подразделения смогут добраться к исследуемому району за 8 минут. Принято считать, что за первые 10 ми-

The main parameters of a fire studied by the authors:

- *fire load*, which is the mass of all combustible, hardly combustible substances and materials or the amount of heat per 1 м^2 area;

- *mass burnout rate V_m* , which is the loss of mass of substances and materials per unit time per unit of fire base area;

- *linear velocity of fire propagation*, which is understood as the distance traveled by the flame front per unit time on the surface of a substance or material;

- *flame temperature*, which is different when burning different substances;

- *fire temperature* is understood as the temperature of fire in an open area;

- *intensity of heat*, or the amount of heat released in a fire per unit time. The intensity of heat release in this case depends on the gas exchange, the kind of combustible substance and other factors;

- *smoke formation in a fire*, which is the amount of smoke emitted from the entire area of a fire;

- *concentration of smoke*, which is the amount of suspended solids per unit volume;

- *intensity of gas exchange*, which is the flow of fresh air entering the combustion zone per unit time per unit area of fire.

The most relevant parameter that determines the amount of forces and means necessary to extinguish the fire is the *fire area S_n (м^2)*. The Rostov region is located on a flat area, and the object is located in close proximity to the Don river. Based on these factors, you can take the average annual wind speed of approximately 8–9 м/с. According to the reference material, the *linear speed of fire propagation* of dry vegetation, with an average wind speed equal to 8–9 м/с, reaches $V_{\text{л}}=42 \text{ м/с}$.

To determine the parameters of a fire, we assume that the fire-fighting units will be able to get to the area in 8 minutes. It is believed that in

нут пожар развивается в 2 раза медленнее, чем за последующее время (больше 10 минут), поэтому:

- 1) при $t \leq 10$ мин. $R_n(l) = 0,5 \times V_{\text{л}} \times t$;
- 2) при $t > 10$ мин. $R_n(l) = 5 \times V_{\text{л}} + V_{\text{л}} \times t'$,
где $t' = t - 10$.

Определяем параметры пожара на 8-й минуте:

Радиус пожара:

$$R_n^{8 \text{ мин}} = 0,5 \times V_{\text{л}} \times t = 0,5 \times 42 \times 480 = 10 \text{ м.}$$

Пожар на открытой местности, в том числе ландшафтный пожар, будет иметь форму *круга*, так как обычно ничем не ограничен, либо может быть эллипсообразно вытянут по направлению ветра.

Площадь пожара:

$$S_n^{8 \text{ мин}} = 1/4 \times \pi \times R^2 = 1/4 \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ м}^2$$

Периметр пожара:

$$P_n^{8 \text{ мин}} = 1/4 \times 2 \times \pi \times R + 2R = \\ 1/4 \times 2 \times 3,14 \times 10 + 2 \times 10 = 59 \text{ м}$$

Фронт пожара:

$$\Phi_n^{8 \text{ мин}} = 1/4 \times 2 \times \pi \times R = 1/4 \times 2 \times 3,14 \times 10 = 15,7 \text{ м}$$

Заключение. Из приведенного расчета видно, что горение сухой растительности даже в условиях небольшого ветра происходит весьма быстро, даже стремительно. Ко времени прибытия первых пожарных отделений площадь пожара может достигнуть уже порядка 100 м², стремительно развиваясь, что, очевидно, будет затруднять ликвидацию пожара. Приведенный пример расчета площади пожара при средних его характеристиках обосновывает необходимость дальнейших исследований параметров пожаров для эффективной борьбы с ними.

Таким образом, актуальность изучения параметров пожаров пригородных зон городов для выработки эффективных мер борьбы с ними и обеспечения пожарной безопасности бесспорна и имеет вполне очевидные перспективы.

Библиографический список

1. Гидрометеорологические риски / Л. Н. Карлин [и др.]. — Санкт-Петербург : РГГМУ, 2008. — 282 с.

the first 10 minutes the fire develops 2 times slower than in the subsequent time (more than 10 minutes), so:

- 1) at $t \leq 10$ min. $R_n(l) = 0,5 \times V_{\text{л}} \times t$;
- 2) at $t > 10$ min. $R_n(l) = 5 \times V_{\text{л}} + V_{\text{л}} \times t'$,
where $t' = t - 10$.

We determine the parameters of a fire on the 8th minute:

Radius of a fire:

$$R_n^{8 \text{ min}} = 0,5 \times V_{\text{л}} \times t = 0,5 \times 42 \times 480 = 10 \text{ m.}$$

A fire in open areas, including landscaped fire, will have the shape of a circle, as usually there is no limit, or either it may be ellipsoid-shaped in the direction of the wind.

The area of a fire:

$$S_n^{8 \text{ min}} = 1/4 \times \pi \times R^2 = 1/4 \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ m}^2$$

A fire perimeter:

$$P_n^{8 \text{ min}} = 1/4 \times 2 \times \pi \times R + 2R = \\ 1/4 \times 2 \times 3,14 \times 10 + 2 \times 10 = 59 \text{ m}$$

The front of a fire:

$$\Phi_n^{8 \text{ min}} = 1/4 \times 2 \times \pi \times R = 1/4 \times 2 \times 3,14 \times 10 = 15,7 \text{ m}$$

Conclusion. From the calculation above, it can be seen that the burning of dry vegetation, even in a small wind is very fast, even rapid. By the time of arrival of the first fire-fighting unit, the area of a fire can reach the size of about 100 м², rapidly evolving, which obviously would impede the liquidation of a fire. The example of calculating the area of a fire with its average characteristics justifies the need for further studies of the parameters of fires to fight them effectively.

Thus, the relevance of studying the parameters of fires in suburban areas of cities to develop effective measures to fight them and ensure fire safety is undeniable and has obvious prospects.

References

1. Karlin, L.N. et al. Hidrometeorologicheskie riski. [Hydrometeorological risks.] St. Petersburg, RGGMU, 2008, 282 p. (in Russian).
2. Karlin, L.N. et al. Ekologicheskie i gidro-

2. Экологические и гидрометеорологические проблемы крупных городов и промышленных зон / Л. Н. Карлин [и др.]. — Санкт-Петербург : РГГМУ, 2009. — 162 с.

3. Ващенко, И. А. Прогнозирование и предупреждение ландшафтных пожаров Ростовской области / И. А. Ващенко, Е. С. Андреева, И. С. Будыльский // Безопасность техногенных и природных систем. — 2017. — № 4. — С. 64–84.

4. Корецкая, М. С. Актуальность обеспечения пожарной безопасности в зданиях повышенной этажности и анализ нормативной литературы / М. С. Корецкая, Е. С. Андреева / Инновации и инжиниринг в формировании инвестиционной привлекательности региона : сб. науч. трудов II открытого междунар. научно-практ. форума. — Ростов-на-Дону, 2017. — С. 28–32.

5. Андреев, С. С. Краткая биоклиматическая характеристика Ростовской области / С. С. Андреев, Е. С. Андреева // Метеорология и гидрология. — 2004. — № 8. — С. 53–60.

6. Оценка основных показателей боеспособности и боеготовности подразделений пожарной охраны (ППО) в населенных пунктах по результатам проверки государственного пожарного надзора / Самещенко Е. А. [и др.] // Science Time. — 2014. — № 3. — С. 112–118.

meteorologicheskie problemy krupnykh gorodov i promyshlennykh zon. [Ecological and hydro-meteorological problems of large cities and industrial zones.] St. Petersburg, RGGMU, 2009, 162 p. (in Russian).

3. Vashchenko, I.A., Andreeva, E.S., Budyl'skiy, I.S. Prognozirovanie i preduprezhdenie landshavtnykh pozharov Rostovskoy oblasti. [Forecasting and prevention of landscape fires in the Rostov region.] Bezopasnost' tekhnogennykh i prirodnnykh sistem, 2017, no. 4, pp. 64-84 (in Russian).

4. Koretskaya, M.S., Andreeva, E.S. Aktual'nost' obespecheniya pozharoy bezopasnosti v zdaniyakh povyshennoy etazhnosti i analiz normativnoy literatury. [Relevance of fire safety in high-rise buildings and the analysis of normative literature.] Innovatsii i inzhiniring v formirovanii investitsionnoy privlekatel'nosti regiona: sb. nauch. trudov II otkrytogo mezhdunar. naucho-prakt. foruma. [Innovation and engineering in the formation of investment attractiveness of the region: proc. of II open internat. sci.-pract. forum.] Rostov-on-Don, 2017, pp. 28-32 (in Russian).

5. Andreev, S.S., Andreeva, E.S. Kratkaya bioklimaticheskaya kharakteristika Rostovskoy oblasti. [Brief bioclimatic characteristics of the Rostov region.] Meteorologiya i gidrologiya, 2004, no. 8, pp. 53-60 (in Russian).

6. Sameshchenko, E.A. Otsenka osnovnykh pokazateley boespособnosti i boegotovnosti podrazdeleniy pozharoy okhrany (PPO) v naselennykh punktakh po rezul'tatam proverki gosudarstvennogo pozharного nadzora. [Evaluation of the main indicators of operational efficiency and readiness of fire-fighting units in settlements by the results of State Fire Supervision inspection.] Science Time, 2014, no. 3, pp. 112-118 (in Russian).

Поступила в редакцию 05.02.2018

Сдана в редакцию 06.02.2018

Запланирована в номер 20.04.2018

Received 05.02.2018

Submitted 06.02.2018

Scheduled in the issue 20.04.2018



Корецкая Мария Станиславовна,
магистрант кафедры «Безопасность
жизнедеятельности и защита окружающей
среды» Донского государственного техниче-
ского университета, (РФ, г. Ростов-на-Дону,
пл. Гагарина, 1),
koreckayamasha@mail.ru

Андреева Елена Сергеевна,
профессор кафедры «Безопасность
жизнедеятельности и защита окружающей
среды», Донского государственного
технического университета (РФ,
г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1),
доктор географических наук, профессор
esameteo@mail.ru

Koretskaya Maria Stanislavovna,
graduate student of Department “Life safety and
environmental protection” of the Don State
Technical University (Gagarin sq., 1,
Rostov-on-Don, Russian Federation),
koreckayamasha@mail.ru

Andreeva Elena Sergeevna,
professor of Department “Life safety and
environmental protection of the Don State
Technical University (Gagarin sq., 1,
Rostov-on-Don, Russian Federation),
doctor of geographical sciences, professor
esameteo@mail.ru